

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

Návrh prostorového uspořádání pracovišť  
ve výrobním provozu

Design of Facility Layout in Production Unit

Student:

Dominik Moravec

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2017

## Zadání bakalářské práce

Student: **Dominik Moravec**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství  
Téma: **Návrh prostorového uspořádání pracovišť ve výrobním provozu**  
**Design of Facility Layout in Production Unit**  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu s ohledem na řešenou problematiku - stávající výroba, uspořádání výrobního procesu, používaná technologická zařízení atd.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů, specifikace požadavků s ohledem na řešenou problematiku.
4. Návrh nového uspořádání pracovišť a jeho komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.


### Seznam doporučené odborné literatury:

HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.  
MUTHER, Richard. *Systematické projektování (S.L.P.)*. 1. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1970.  
TUČEK, D., BOBÁK R. *Výrobní systémy*. 2. uprav. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.  
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016  
Datum odevzdání: 15.05.2017

  
Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 9.5. 2017

  
.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 9. 5. 2017

  
.....

Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Dominik Moravec

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Strahovice 159, 747 24 Strahovice

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

MORAVEC, D. *Návrh prostorového uspořádání pracovišť ve výrobním provozu: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2017, 49 s. Vedoucí práce: Šajdlerová, I.

Bakalářská práce se zabývá návrhem nového prostorového uspořádání pracoviště pro výrobu atypické stínící techniky. Nejdříve je provedena analýza současného stavu výrobního střediska a řešeného pracoviště, na základě které jsou identifikovány problémy a specifikovány požadavky na nové dispoziční řešení. Následně je navrženo nové prostorové uspořádání s ohledem na stanovené požadavky. Na závěr je zhodnocen přínos nového dispozičního řešení.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

MORAVEC, D. *Design of Facility Layout in Production Unit: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2017, 49 p. Thesis head: Šajdlerová, I.

The bachelor thesis deals with a proposal for a new design of facility layout in production unit focused on production of atypical shading technology products. First, the work analyzes the current state of the production unit and the facility itself. Based on the analysis are identified problems and specified requirements for the new design of facility layout. Following the proposal for a new design of facility layout based on the specified requirements. Finally the thesis evaluates the benefits of the new facility layout.

# Obsah

Seznam použitých značek a symbolů .....	8
Úvod.....	10
1 Obecná charakteristika řešené problematiky .....	11
1.1 Prostorové uspořádání pracovišť .....	11
1.2 Teoretická podstata výrobního systému .....	11
1.2.1 Výrobní proces.....	12
1.2.2 Typy výroby.....	12
1.3 Rozmístění strojů a pracovišť .....	13
1.3.1 Volné uspořádání .....	14
1.3.2 Technologické uspořádání .....	14
1.3.3 Předmětné uspořádání .....	15
1.3.4 Modulární uspořádání .....	16
1.3.5 Buňkové a hnízdové uspořádání .....	17
1.4 Metody prostorového uspořádání .....	17
1.4.1 Metoda trojúhelníková (prostá) .....	17
1.4.2 Šachovnicová tabulka .....	18
1.4.3 Metoda S.L.P. ....	18
1.4.4 Metoda souřadnic.....	19
1.4.5 Metoda kruhová .....	19
1.4.6 Sankeyův diagram.....	20
1.4.7 Metoda CRAFT (Computer Relative Allocation of Facilities Technique).....	20
1.5 Kapacita výroby .....	21
1.5.1 Časové fondy .....	21
2 Analýza současného stavu .....	23
2.1 Představení podniku ISOTRA a.s. ....	23
2.1.1 Výrobní program.....	24
2.1.2 Organizační struktura.....	24

2.2 Analýza výrobního střediska .....	25
2.2.1 Stávající prostorové uspořádání výrobního střediska .....	28
2.3 Analýza pracoviště pro výrobu atypických venkovních žaluzií .....	29
2.3.1 Výrobky .....	29
2.3.2 Typ výroby.....	29
2.3.3 Pracovní proces.....	30
2.3.4 Uspořádání pracoviště.....	31
2.3.5 Vybavení pracoviště .....	32
2.3.6 Materiálový tok.....	33
2.3.7 Prostoje pracovníků .....	36
3 Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů .....	37
3.1 Specifikace požadavků .....	37
4 Návrh nového uspořádání pracoviště.....	38
4.1 Rozšíření výrobního střediska 600 .....	38
4.1.1 Rozšíření předmětného pracoviště.....	39
4.1.2 Přestěhování pracoviště oprav do jiných prostorů v hale .....	39
4.2 Návrh nového prostorového uspořádání .....	40
4.2.1 Umístění pily a stříhadla .....	41
4.2.2 Uspořádání a pořízení nových pracovních stolů.....	42
4.2.3 Odkládací regály .....	42
4.2.4 Náklady a realizace navrhovaného dispozičního řešení .....	42
4.2.5 Finanční přínosy navrženého řešení .....	43
5 Celkové zhodnocení přínosu práce .....	44
Závěr .....	45
Seznam použité literatury .....	46
Seznam obrázků a grafů.....	47
Seznam tabulek .....	48
Seznam příloh .....	48

## Seznam použitých značek a symbolů

$A$  – počet sobot a nedělí v daném roce [dny/rok]

$B$  – placené svátky v daném roce [dny/rok]

$C$  – počet dnů placené dovolené [dny/rok]

$D$  – průměrný počet dnů pracovní neschopnosti a překážek v práci [dny/rok]

$F_{DE}$  – efektivní časový fond pracovníka [dny/rok]

$F_{DEh}$  – efektivní časový fond pracovníka [h/rok]

$F_K$  – kalendářní časový fond [dny/rok]

$F_N$  – nominální časový fond [dny/rok]

$G_i$  – váhový objem přepravovaného materiálu [ $m^3$ ]

$h$  – počet hodin za směnu [h/směnu]

$i_d$  – počet měřených dnů

$L_i$  – dopravní vzdálenost mezi odesílatelem a příjemcem [m]

$l_{ij}$  – vzdálenost mezi činnostmi  $i$  a  $j$  [m]

$n$  – počet činností

$n_p$  – počet, kolikrát pracovník šel k pile za určitý den

$n_s$  – počet, kolikrát pracovník šel ke stříhadlu za určitý den

S. T. – stínící technika

$T_{\check{c}c}$  – celkový čas pracovníka strávený čekáním za směnu [min/směna]

$T_{\check{c}p}$  – průměrný čas prostojů všech pracovníků za jednu směnu [min/směna]

$T_{\check{c}r}$  – průměrný čas prostoje všech pracovníků za celý pracovní rok [h/rok]

$T_{pc}$  – celkový čas pohybu pracovníka k pile a zpátky za určitý den [s/směna]

$T_{pp}$  – průměrný čas pohybu všech pracovníků k pile za směnu [s/směna]

$T_{pr}$  – průměrný čas pohybu všech pracovníků k pile za celý pracovní rok [h/rok]

$T_{rok}$  – celkový průměrný čas pohybu všech pracovníků za celý pracovní rok [h/rok]

$T_{sc}$  – celkový čas pohybu pracovníka ke stříhadlu a zpátky za určitý den [s/směna]

$T_{směna}$  – celkový průměrný čas pohybu všech pracovníků za jednu směnu [min/směna]

$T_{sp}$  – průměrný čas pohybu všech pracovníků ke stříhadlu a zpátky za směnu [s/směna]



$T_{sr}$  – průměrný čas pohybu všech pracovníků ke stříhadlu za celý pracovní rok [h/rok]

$u_{ij}$  – náklady na pohyb jednotky zatížení, vztahované na jednotku vzdálenosti mezi činnostmi  $i$  a  $j$  [Kč]

$v_{ij}$  – počet jednotek zatížení mezi činnostmi

## Úvod

Výrobní systém se dá považovat za jeden z nejpodstatnějších článků výrobních podniků. Je-li neefektivní, neplynulý nebo zastaralý, výrazně se podepíše na celkových výsledcích podniku. V dnešní době plné konkurence se hospodářská soutěž objevuje ve všech odvětvích. To se projevuje velkým tlakem na cenu výrobků, poskytovaných služeb a kvalitu, rychlost výroby aj. Proto podniky, které neinvestují, neinovují a „nezeštíhlují“ svou výrobu, většinou zaostávají za konkurencí.

Prostorové uspořádání výrobních pracovišť (neboli layout) má na výrobní systém značný vliv. Korektní provádění layoutu dokáže nejen celý výrobní proces urychlit, ale také snížit plýtvání tím, že je materiálový tok zdokonalen a zpřehledněn a jsou tak odstraněny zbytečné pohyby pracovníků, což má pozitivní vliv na celkové snížení nákladů na výrobu.

Venkovní žaluzie, rolety a síta se v naší zemi pomalu stávají trendem a začínají být čím dál více vyhledávané zákazníky. Podnik ISOTRA a.s. zabývající se především výrobou stínicí techniky chce právě z tohoto důvodu svou výrobu venkovních žaluzií a rolet posunout kupředu. Hledá různé příležitosti a způsoby, jak toho dosáhnout. To bylo podnětem i pro tuto bakalářskou práci.

Cílem bakalářské práce je analyzovat současný stav pracoviště pro výrobu atypické venkovní stínicí techniky a následně navrhnout nové prostorové uspořádání pracoviště.

# 1 Obecná charakteristika řešené problematiky

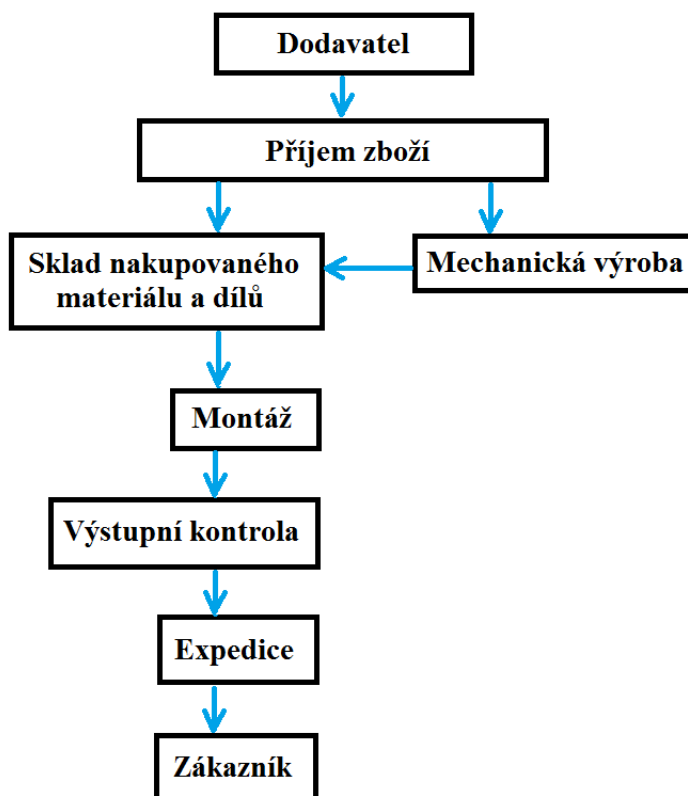
V této části se práce zabývá teoretickým rozбором řešené problematiky. Bude se zabývat výrobním systémem, popisem druhů rozmístění pracovišť a metodami prostorového uspořádání.

## 1.1 Prostorové uspořádání pracovišť

Uspořádání výrobního procesu má obrovský vliv na efektivitu chodu výroby podniku. Každý výrobní podnik má určitý počet pracovních ploch, které je nutno systematicky uspořádat. Rozmístění dílčích pracovišť závisí na mnoha faktorech, jako je tvar budovy, typ výroby, výrobními toky, vzdálenosti mezi pracovišti atd. [1]

## 1.2 Teoretická podstata výrobního systému

Výrobní systém zahrnuje všechny faktory, které se účastní procesu výroby: provozní prostory, nezbytné technické zařízení, suroviny, materiály a polotovary, energie, informace, pracovníci podílející se na výrobě, rozpracované a hotové výrobky a odpady. [2]



Obr. 1 Schéma výrobního systému

### 1.2.1 Výrobní proces

Výrobu můžeme dělit podle plynulosti přeměny materiálu nebo polotovaru na výrobek:

- Výroba plynulá (kontinuální) – jednotlivé technologické a manipulační procesy jsou bezprostředně spojeny. Jedná se především o hutní nebo chemickou výrobu.
- Výroba přerušovaná (diskrétní) – technologické procesy jsou kombinovány s procesy manipulačními (materiál nebo polotovary se pohybují mezi jednotlivými pracovišti). [4]

Výrobní proces je posloupnost všech výrobních operací, kde spojením všech výrobních faktorů a využitím výrobních zařízení a jejich obsluhy, dojde ke zhotovení požadovaného výrobku.

#### Prvky výrobního procesu

- Technologický postup – postup činností potřebných ke zhotovení výrobku.
- Pracovní postup – popis činností pracovníka.
- Výrobní operace – základní články výrobního procesu.

### 1.2.2 Typy výroby

Dle množství a počtu druhů vyráběných výrobků:

- Výroba kusová.
- Výroba sériová.
- Výroba hromadná.

Kusová výroba spočívá ve velkém množství druhů výrobků s žádnou nebo malou opakovatelností s nepravidelnými časovými odstupy. Sériová výroba zahrnuje méně druhů výrobků, ale vyrábí je ve větším počtu. Hromadná výroba má nejmenší počet druhů výrobků, ale vyrábí je v největším počtu. Vyznačuje se nejmenšími výrobními náklady, největším využitím výrobního zařízení a nejrychlejším obratem oběžného majetku.

Tab. 1 Typy výroby [5]

	<b>Kusová výroba</b>	<b>Sériová výroba</b>	<b>Hromadná výroba</b>
Množství výrobků jednoho typu za rok	Malé (desítky)	Velké (sta až tisíce)	Značně velké (desetitisíce)
Počet druhů výrobků	Velký (stovky)	Menší (desítky)	Malý
Opakování výroby jednoho typu výrobku	Nepravidelné, případně žádné	Pravidelné (např. měsíční)	Nepřetržitá výroba
Uspořádání dílen	Technologické	Předmětné, někdy technologické	Předmětné
Výrobní a dopravní zařízení	Univerzální	Univerzální, některé součásti na linkách	Specializované jednoúčelové linky
Kvalifikace dělníků	Multikvalifikovanost	Vysoká	Nízká
Specializace pracovišť	Malá	Částečná	Úplná
Možnost změny výrobního programu	Snadná	Obtížná	Velmi obtížná
Využití výrobního zařízení	Nízké	Střední	Vysoké
Náklady na jednici	Vysoké	Poměrně nízké	Nízké
Výrobní zásoby	Relativně velké	Malé	Minimální
Materiálové toky	Dlouhé	Krátké	Minimální

### 1.3 Rozmístění strojů a pracovišť

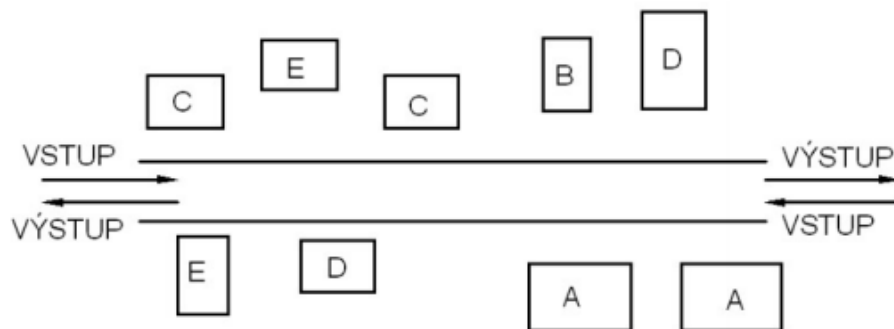
Provedení optimálního rozmístění strojů, zařízení a pracovišť je nejpodstatnější činností technologického projektování. Uspořádání pracovišť musí zabezpečit:

- Efektivnost výroby.
- Jednoduché řízení.
- Minimální mezioperační přepravu.
- Bezpečnostní předpisy.
- Hygienu a kulturu pracovního prostředí.
- Šetření výrobní plochy.

Z projektové praxe jsou známy různé varianty uspořádání pracovišť ve výrobních provozech. Optimální řešení rozmístění strojů a pracovišť musí vyplynout z analýzy velkého počtu faktorů v přípravných etapách zpracování projektu. [6]

### 1.3.1 Volné uspořádání

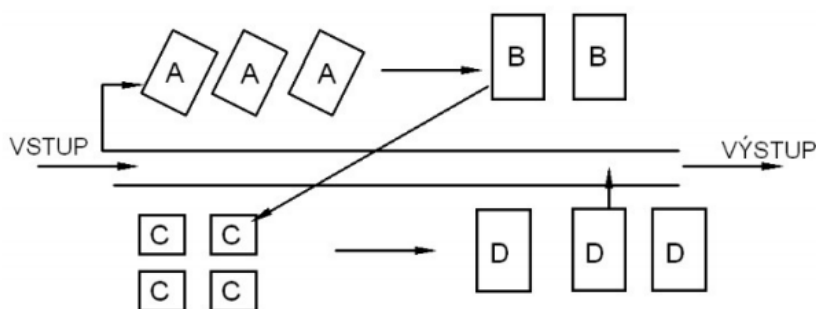
U tohoto uspořádání jsou stroje a pracoviště v dílně umístěny náhodně. Nejčastěji je najdeme tam, kde nebylo před umístěním možné určit materiálový tok, návaznost operací, organizační a řídicí vztahy. Často se vyskytuje v prototypových a údržbářských provozech s kusovou výrobou. Například při nákupu nového stroje se tento stroj umístí náhodně na volné místo. Tento způsob uspořádání je považován za zcela nevyhovující a prakticky se už téměř nepoužívá. [7]



Obr. 2 Schéma volného uspořádání [8]

### 1.3.2 Technologické uspořádání

Při tomto uspořádání jsou v technologických postupech operace i stroje stavěny podle technologické návaznosti.



Obr. 3 Schéma technologického uspořádání [8]

#### Výhody:

- Změna výrobního programu nenaruší výrobu.
- Snadné zavedení vícestrojové obsluhy.
- Lepší využití strojů.
- Poruchy strojů nenaruší výrobu.

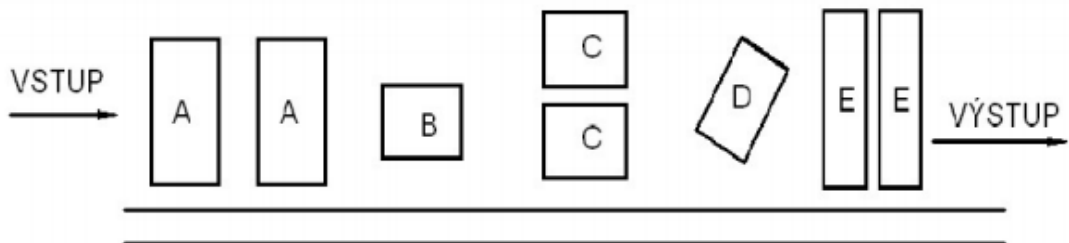
- Nižší spotřeba nástrojového vybavení.
- Mistři se mohou specializovat podle profesí.
- Snadnější údržba.

#### **Nevýhody:**

- Komplikovaný tok materiálu.
- Rostou náklady na dopravu.
- Dlouhá průběžná doba.
- Vyšší nároky na výrobní plochu.
- Rostou nároky na centrální mezisklad.
- Zvyšuje se objem oběžných prostředků. [7]

### **1.3.3 Předmětné uspořádání**

Využívá se přednostně při sériové výrobě nebo při opakované výrobě malých sérií. Pracoviště jsou uspořádána podle technologického postupu.



Obr. 4 Schéma předmětného uspořádání [8]

#### **Výhody:**

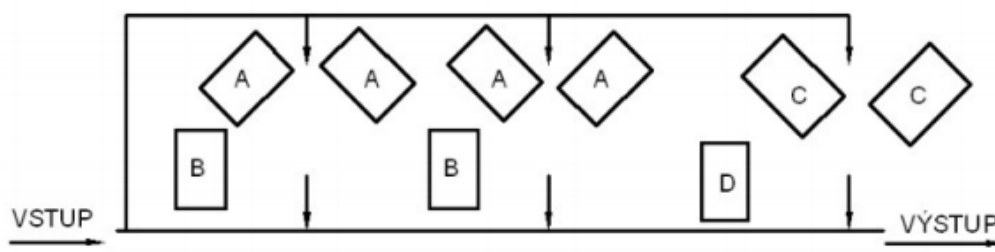
- Snížení rozpracovanosti.
- Zkrácení manipulačních drah.
- Zkrácení mezioperačních časů.
- Zkrácení průběžné doby výroby.
- Zmenšená potřeba výrobních ploch.
- Snížení nákladů na skladování.
- Zlepšení operativního řízení výroby.
- Vedoucí pracovník může mít zodpovědnost za uzavřený výrobní cyklus.

**Nevýhody:**

- Změna výrobního programu vyvolá značné změny ve strojním zařízení i uspořádání strojů.
- Snížením objemu výroby poklesne využití strojů.
- Nutnost konstrukce speciálních nákladných jednoúčelových strojů. [7]

**1.3.4 Modulární uspořádání**

Toto uspořádání se vyznačuje spojováním stejných technologických bloků, ze kterých každý plní více technologických funkcí. Celý provoz je tak tvořen ze stejných nebo podobných pracovišť.



Obr. 5 Schéma modulárního uspořádání [8]

**Výhody:**

- Vysoká produktivita práce.
- Zkrácení operačních časů.
- Zkrácení průběžné doby výroby.
- Zkrácení manipulačních drah.
- Zlepšení organizace práce a řízení výroby.

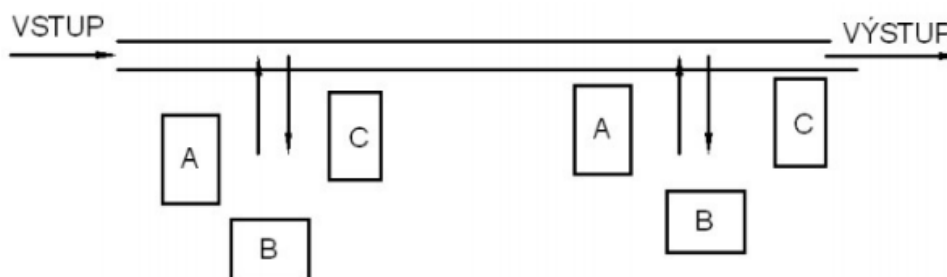
**Nevýhody:**

- Vyšší nároky na technickou přípravu výroby.
- Vysoká cena strojů a zařízení. [7]



### 1.3.5 Buňkové a hnízdové uspořádání

Upravené modulární uspořádání. Pracovní buňku tvoří vysoce produktivní stroj s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím.



Obr. 6 Schéma buňkového a hnízdového uspořádání [8]

#### Výhody:

- Vysoká produktivita práce.
- Minimalizovaná manipulace s materiálem.
- Přesné dodržování technologické kázně a s tím spojené zvýšení kvality výroby.

#### Nevýhody:

- Vysoké nároky na technickou přípravu a údržbu výroby.
- Vysoká cena strojů a zařízení. [7]

## 1.4 Metody prostorového uspořádání

Tyto metody zkoumají ideální uspořádání strojů v závislosti na materiálovém toku, pohybu obsluhy strojů a dalších faktorech. Tyto metody se někdy podle potřeby kombinují pro zvýšení efektu a snížení nedostatků určitých metod.

### 1.4.1 Metoda trojúhelníková (prostá)

Tato metoda má využití především tam, kde je jeden prvek operace (např. množství přepravovaného materiálu mezi pracovišti) nadřazenější ostatním. Hledá způsob, jak efektivně umístit pracoviště s největším materiálovým tokem co nejblíže u sebe. Třetí pracoviště, které má největší dopravní spojitost alespoň s jedním z předchozích pracovišť se umístí do trojúhelníku naproti. [7]

### 1.4.2 Šachovnicová tabulka

Šachovnicová tabulka slouží pro rozbor materiálového toku v určitém časovém období. Taky se dá využít pro návrh vhodného rozmístění pracovišť na základě zásady, kde pracoviště s největším počtem operací nebo objemem materiálu jsou co nejblíže u sebe. Do tabulky se zapisuje množství dopravovaného materiálu mezi jednotlivé pracoviště, sklady, provozy, dílny. [3]

Odebírá / Odesílá	Odsun z podniku	Ústřední sklad	Provoz 1	Provoz 2	Provoz 3	Provoz 4	Sklad hotových výrobků	Sklad odpadu	Celkem
Příslun do podniku		10 000							10 000
Ústřední sklad			3 000	3 500	1 500	2 000			10 000
Provoz 1				750	1 500	450		300	3 000
Provoz 2					2 000	2 000		250	4 250
Provoz 3						2 500	2 200	300	5 000
Provoz 4							6 550	400	6 950
Sklad hotových výrobků	8 750								8 750
Sklad odpadu	1 250								1 250
Celkem	10 000	10 000	3 000	4 250	5 000	6 950	8 750	1 250	49 200

Obr. 7 Šachovnicová tabulka [3]

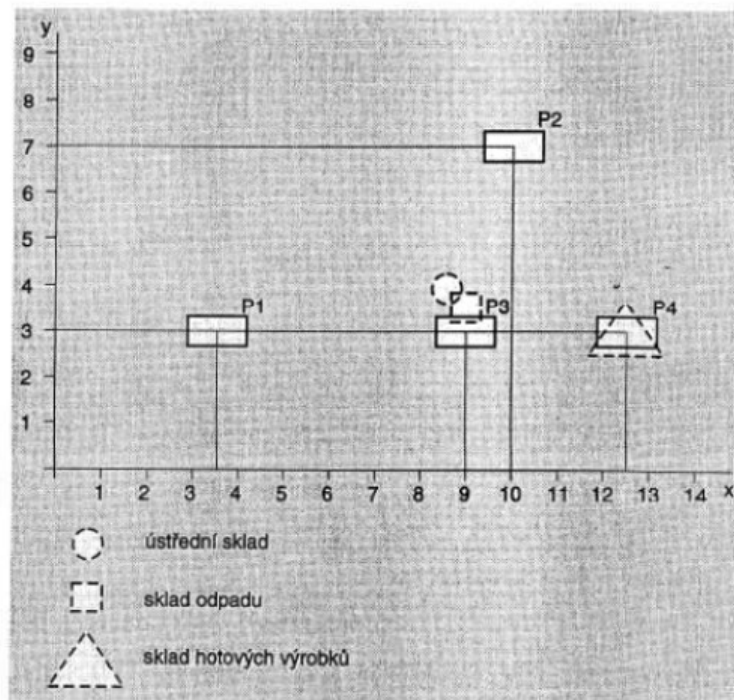
### 1.4.3 Metoda S.L.P.

S.L.P. je zkratka pro „Systematic Layout Planning“ (systematické projektování) a byla vytvořena Richardem Mutherem [14]. Metoda je založena na principu, že objekty s největším vzájemným vztahem musí být co nejblíže u sebe. Vztah můžeme vyjádřit různě:

1. Hodnotíme pouze jeden nejdůležitější vztah (např. množství přepravovaného materiálu, technologická návaznost atd.).
2. Hodnotíme podle více kritérií najednou (materiálový tok, manipulační vztahy, příbuznost technologických procesů, jednoduchost komunikace atd.). [7]

#### 1.4.4 Metoda souřadnic

Univerzální metoda využitelná tam, kde je třeba najít vhodné umístění objektu vzhledem k umístění ostatních strojů nebo pracovišť. Metoda vhodná pro umístění centrálního objektu jako např. ústřední sklad, nářaďovna, výdejna atd. Polohu jednotlivých objektů zapíšeme do souřadnicového systému X, Y. Souřadnice umístění centrálního objektu se vypočte ze souřadnic stávajících objektů a z materiálového toku těchto objektů. [3]



Obr. 8 Metoda souřadnic [3]

#### 1.4.5 Metoda kruhová

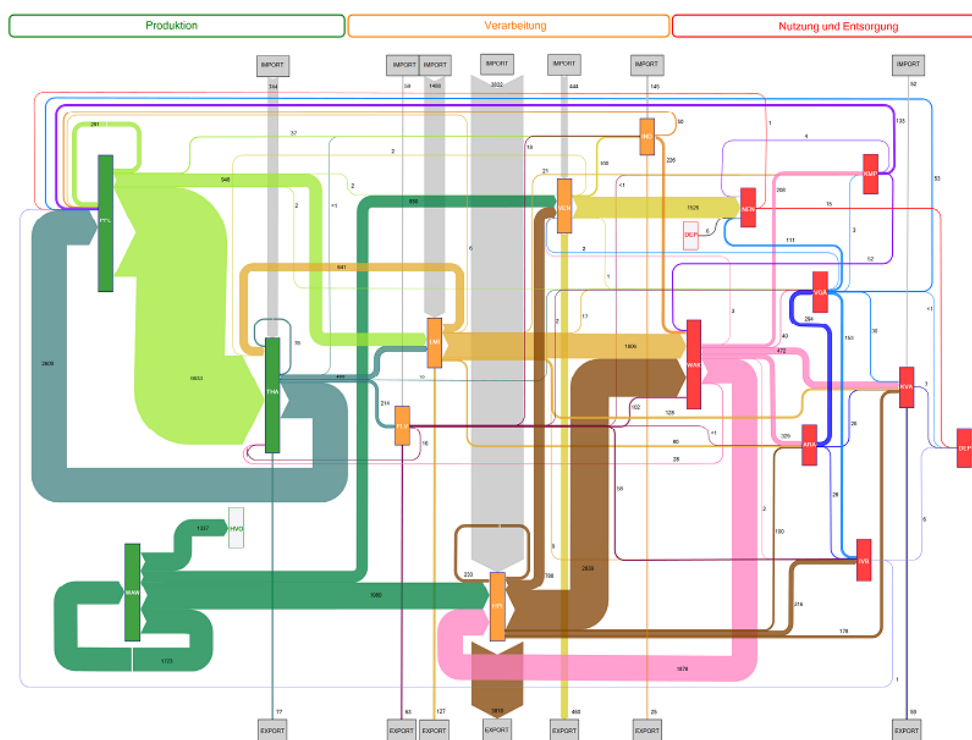
Metoda vycházející z požadavku nejkratšího toku materiálu mezi pracovišti. Optimalizační kritérium je minimalizace součtu součinů přepravovaných objemů materiálu a přepravní vzdálenosti. Tato metoda využívá šachovnicové tabulky. [7]

$$\min = \sum_{i=1}^n G_i \times L_i \quad (1)$$

Kde:  $G_i$  – váhový objem přepravovaného materiálu  
 $L_i$  – dopravní vzdálenost mezi odesílatelem a příjemcem

### 1.4.6 Sankeyův diagram

Metoda zaměřená na grafické zobrazení průběhu materiálového toku mezi jednotlivými pracovišti v diagramu. Tloušťka čar vyjadřuje množství materiálu, délka čáry vzdálenost pohybu materiálu, šipky směr a šrafy odlišují různé druhy materiálu. Nevýhodou této metody je nepřehlednost diagramu při velkém počtu pracovišť a materiálovém toku. [3]



Obr. 9 Sankeyův diagram. [9]

### 1.4.7 Metoda CRAFT (Computer Relative Allocation of Facilities Technique)

Metoda používaná pro sestavení vzájemné polohy objektů (stroje, dílny, pracoviště, ...) s cílem minimalizovat náklady na manipulaci s materiálem. Provádí se na počítačích vzhledem ke komplexnosti výpočtů. Při výpočtů ideální polohy program bere v potaz všechny možné kombinace vzájemného umístění objektů. Pro výpočet se uvádí následující faktory [3]:

- $n$  – počet činností (pracovišť, dílen, strojů)
- $v_{ij}$  – počet jednotek zatížení mezi činnostmi (síla vztahů)
- $u_{ij}$  – náklady na pohyb jednotky zatížení, vztahované na jednotku vzdálenosti mezi činnostmi  $i$  a  $j$
- $l_{ij}$  – vzdálenost mezi činnostmi  $i$  a  $j$

## 1.5 Kapacita výroby

Kapacita výroby se dá vyjádřit jako maximální objem výroby, vyrobitelný danou jednotkou (podnik, středisko, stroj) za určitý časový úsek. Správně zvolené rozmístění jednotlivých strojů může mít pozitivní vliv na kapacitu výroby.

### 1.5.1 Časové fondy

Fond výrobního času vyjadřuje čas, který mohou určití pracovníci nebo zařízení odpracovat v daném časovém období (většinou rok, může ale být i kratší). Tyto časy se mohou v každém podniku lišit. Hlavními faktory jsou délka pracovní směny, počet pracovních směn, počty vzájemně zastupitelných pracovišť, režim daného podniku, aj. [10]

Kalendářní časový fond ( $F_K$ ) udává celkový počet dnů v roce. [10]

Nominální časový fond ( $F_N$ ) je počet pracovních dnů v roce. [10]

$$F_N = F_K - A - B \quad [\text{dny/rok}] \quad (2)$$

Kde:  $F_K$  – kalendářní časový fond [dny/rok]  
 $A$  – počet sobot a nedělí v daném roce [dny/rok]  
 $B$  – placené svátky v daném roce [dny/rok]

Efektivní časový fond pracovníka ( $F_{DE}$ ) je nominální časový fond očištěn o čas, kdy pracovník nepracuje z důvodu dovolené, pracovní neschopnosti, opravy pracovního zařízení, údržby apod. [10]

$$F_{DE} = F_K - A - B - C - D = F_N - C - D \quad [\text{dny/rok}] \quad (3)$$

Kde:  $F_K$  – kalendářní časový fond [dny/rok]  
 $A$  – počet sobot a nedělí v daném roce [dny/rok]  
 $B$  – placené svátky v daném roce [dny/rok]  
 $C$  – počet dnů placené dovolené [dny/rok]  
 $D$  – průměrný počet dnů pracovní neschopnosti a překážek v práci [dny/rok]

Efektivní časový fond pracovníka v hodinách ( $F_{DEh}$ ) je celkový pracovní čas pracovníka za daný rok v hodinách.

$$F_{DEh} = F_{DE} \times h \quad [h/rok] \quad (4)$$

Kde:  $F_{DE}$  – efektivní časový fond pracovníka [dny/rok]

$h$  – počet hodin za směnu [h/směnu]

## 2 Analýza současného stavu

V této části se práce zabývá představením samotného podniku Isotra a.s., rozбором pracovního procesu odehrávajícího se na upravovaném pracovišti, popisem vybavení pracoviště a analýzou prostorového uspořádání pracoviště.

Bakalářská práce se zabývá pracovištěm pro výrobu atypických venkovních žaluzií ve středisku výroby venkovní stínicí techniky (středisko 600) v podniku ISOTRA a.s.

### 2.1 Představení podniku ISOTRA a.s.

Společnost byla založena roku 1992 v Bolaticích společníky Ing. Erichem Stavařem a Ing. Bohumírem Blachutem jako ISOTRA s.r.o. Název se odvíjí od prvotních aktivit samotné společnosti. ISO od slova isolation (izolace) a TRA jako první tři písmena slova trade (anglicky obchod). Společnost se tedy ve svých počátcích věnovala obchodu s izolacemi a těsněním do oken včetně jejich montáží. V roce 1993 podnik do svého sortimentu přidal, po poptávce více zákazníků, žaluzie, což vedlo k samotnému zavedení výroby této stínicí techniky.



Obr. 10 Logo podniku ISOTRA a.s. [11]

ISOTRA se dnes zabývá problematikou technologií clon slunečního záření a její dopad na energetickou úspornost. Mezi výrobky společnosti nepatří však jen stínicí technika, ale také tratě pro její výrobu nebo obrábění ocelových materiálů v nástrojárně. Společnost je vnímána jako jeden z technologických lídrů jak v České republice, tak i ve světě.

V dnešní době má společnost 6 provozů (lisovna, nástrojárna, vývoj, lakovna, výroba – exteriéry, výroba – interiéry). [11]

Tab. 2 Ukázka výrobků podniku ISOTRA a.s. [11]



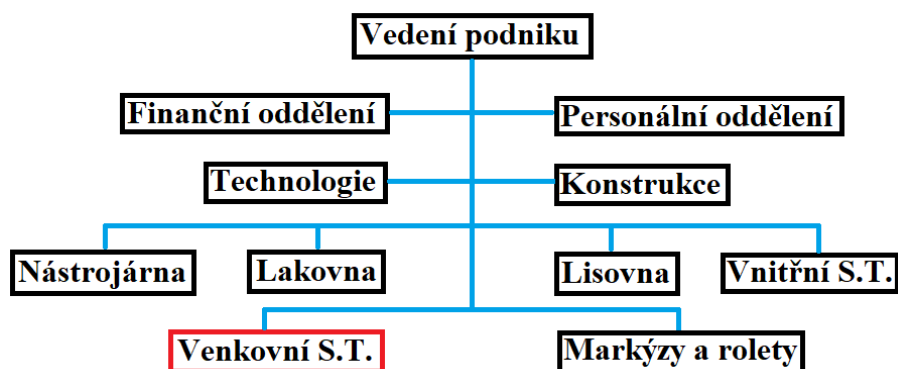
### 2.1.1 Výrobní program

*„Výrobní program tvoří interiérové a exteriérové žaluzie, látkové rolety, solární žaluzie, plisse, japonské stěny, předokenní venkovní rolety, sítě proti hmyzu, markýzy a screenové rolety. Důležitou součástí je výroba komponentů, profilovacích tratí, střížných nástrojů a celých technologických celků pro výrobu žaluzií.“ [11]*

ISOTRA je vlastníkem dvou světových patentů pro technická řešení v oblasti stínicí techniky. Společnost zaměstnává téměř 400 zaměstnanců a exportuje své výrobky do 30 zemí světa. Podnik se vyznačuje vysokou kvalitou, pro kterou má značku ISOTRA QUALITY. Je držitelem certifikátu kvality ČSN EN ISO 9001. [11]

### 2.1.2 Organizační struktura

V podniku je více výrobních středisek – nástrojárna, lakovna, výroba vnitřních žaluzií, dílna pro markýzy a screenové rolety, lisovna a výroba venkovní stínicí techniky. V každém středisku je výrobní systém odlišný, závislý na materiálovém toku, technologii výroby, automatizaci zařízení pro výrobu a dalších kritériích.



Obr. 11 Organizační struktura podniku ISOTRA a.s.



## 2.2 Analýza výrobního střediska

Předmětné pracoviště bakalářské práce je umístěno ve středisku výroby venkovní stínicí techniky. Využívá se tady systému Kanban pro plynulou a přehlednou výrobu. V hale je všem pracovníkům přístupný speciálně upravený počítač se systémem, ve kterém jsou všechny výrobní zakázky pro toto výrobní středisko a jejich specifikace. Ve výrobním středisku se využívá v maximální míře technologického uspořádání, na předmětném pracovišti však uspořádání volné.



Obr. 12 Středisko pro výrobu venkovní stínicí techniky v podniku ISOTRA a.s.

Středisko pro výrobu venkovní stínicí techniky (středisko 600) má přibližný podíl na celkovém obratu podniku 60 % (viz Tab. 3). Pracoviště pro výrobu atypických kusů, které je předmětem této bakalářské práce, tvoří z celkového obratu tohoto výrobního střediska víceméně 10%, a co se týče podílu na prostorovém využití haly, tvoří přibližně 7 % (viz Tab. 4).

Tab. 3 Podíl na obratu v roce 2015 [12]

Útvar	Obrat (tis. Kč)	Podíl na obratu
Podnik	609 454	100 %
Středisko 600	365 671	60 %
Předmětné pracoviště	35 986	10 % střediska

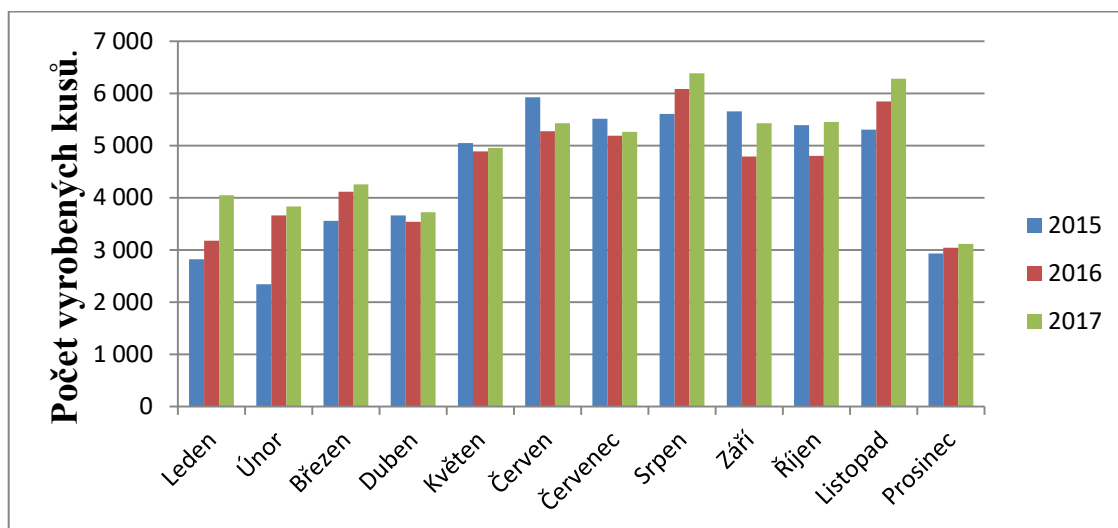
Tab. 4 Rozměry haly a pracoviště

Útvar	Rozměry [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Podíl na ploše
Středisko 600	60 x 22	1 320	100 %
Předmětné pracoviště	12 x 8	96	7 %

Ve výrobním středisku 600 se vyrábí 13 druhů stínící techniky. Zhotovují se zde různé varianty venkovních žaluzií, venkovních rolet a také sítě do oken Plisse. Celkový počet vyrobených kusů všech výrobků je uveden v tabulce 5.

Tab. 5 Počet vyrobených kusů

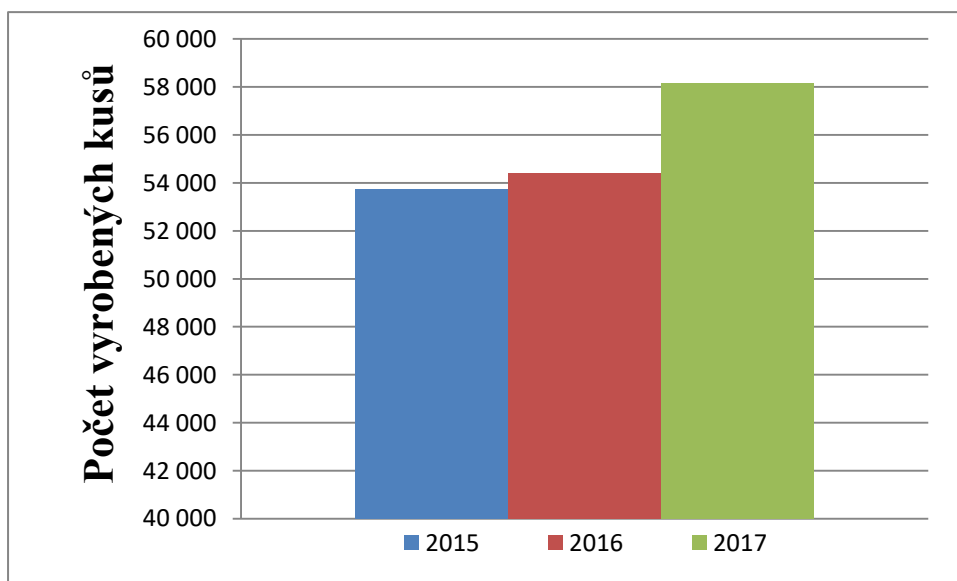
Měsíc	Rok		
	2015	2016	2017
Leden	2 822	3 176	4 047
Únor	2 341	3 658	3 830
Březen	3 557	4 112	4 256
Duben	3 662	3 536	3 722
Květen	5 047	4 887	4 957
Červen	5 924	5 272	5 426
Červenec	5 510	5 187	5 262
Srpen	5 606	6 086	6 386
Září	5 651	4 790	5 425
Říjen	5 387	4 802	5 450
Listopad	5 301	5 841	6 282
Prosinec	2 928	3 040	3 113
<b>Celkem</b>	<b>53 736</b>	<b>54 387</b>	<b>58 156</b>



Graf 1 Rozložení výroby v měsících

Z tabulky 5 a grafu 1 je zřejmé rozdělení výroby v jednotlivých měsících daných let. Počty vyrobených kusů v měsících květen až prosinec roku 2017 jsou odhadnuty na základě objednávek pro tyto období a procentuálním růstem z minulých období.

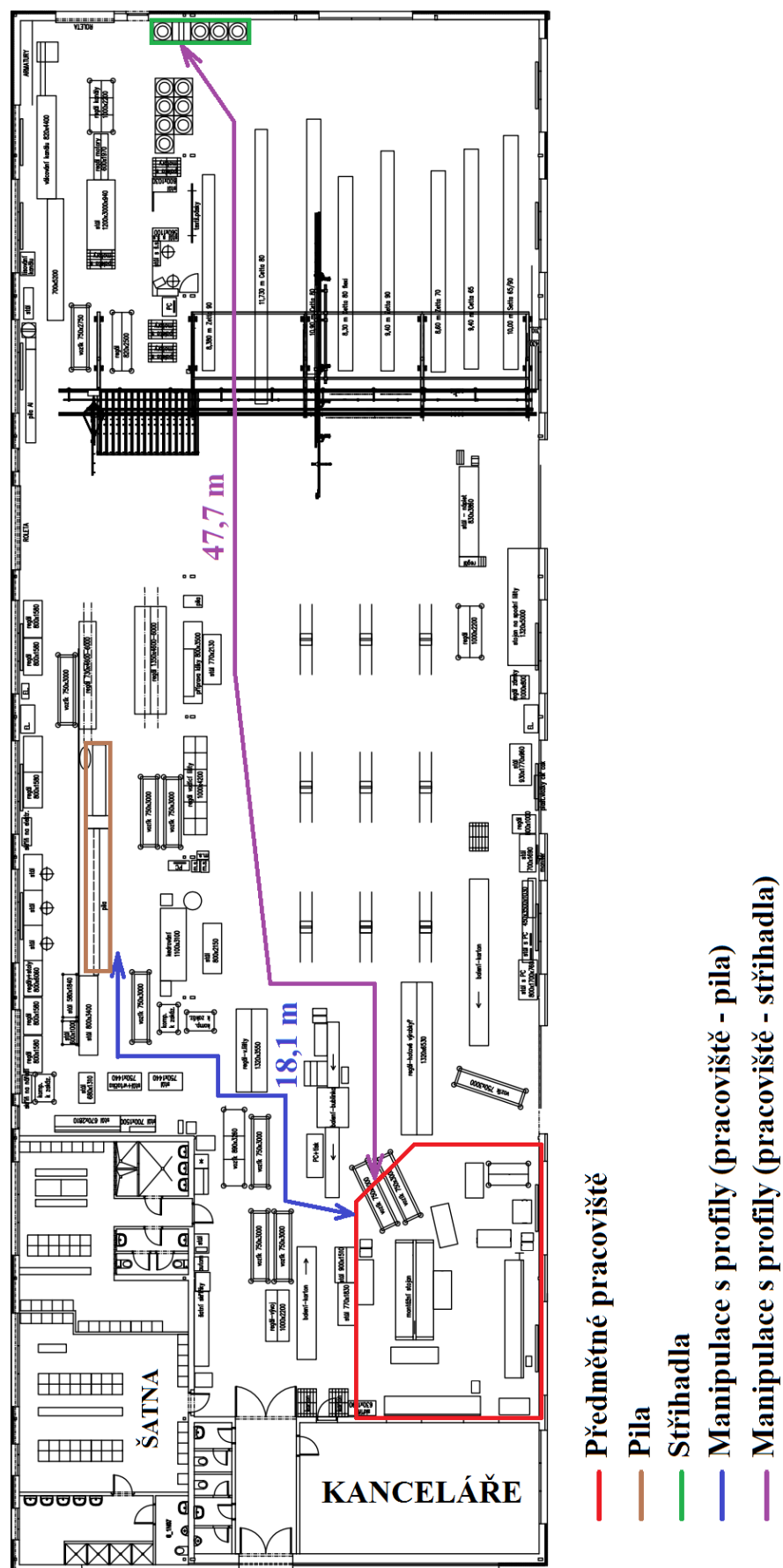
Z grafu 1 vyplývá rozložení výroby v jednotlivých měsících. V měsících květen – listopad je objem výroby o poznání větší než v měsících prosinec – duben.



Graf 2 Porovnání objemu výroby v letech 2015 – 2017

Z grafu 2 je jasné, že se počet vyrobených kusů rok od roku zvedá, z čehož se dá vysledovat trend, že venkovní stínicí technika je čím dál více vyhledávaná.

## 2.2.1 Stávající prostorové uspořádání výrobního střediska



Obr. 13 Stávající layout výrobní haly v podniku ISOTRA a.s.

## 2.3 Analýza pracoviště pro výrobu atypických venkovních žaluzií






Pracoviště je primárně zaměřeno na výrobu atypických venkovních žaluzií, avšak dělají se zde také opravy všech reklamovaných produktů vyrobených na středisku 600. Sestává ze dvou hlavních výrobních stolů, a sedmi pomocných nebo odkládacích stolů. Hlavní výrobní stůl 2 (viz Obr. 15) je vyhrazen pouze na opravy. Na výrobním stole 1 (viz Obr. 15) se vyrábějí již dříve zmiňované atypické žaluzie.

Na pracovišti pracuje 5 pracovníků v jednosměnném provozu (7,5 h). Jeden pracovník pracuje na opravách a zbylí čtyři zhotovují nové výrobky. Všichni čtyři pracovníci zhotovují všechny druhy výrobků, žádný není specializovaný na jeden výrobek z důvodu nepravidelnosti výroby jednotlivých druhů. Mohlo by se stát, že by se jeden druh žaluzie nějakou dobu nepoptával a specializovaný pracovník by tedy neměl co dělat.

### 2.3.1 Výrobky

Na předmětném pracovišti se vyrábí 5 typů venkovní stínicí techniky (viz Tab. 6) [11].

Tab. 6 Výrobky řešeného pracoviště

Venkovní žaluzie Titan	Venkovní žaluzie Zetta	Předokenní roleta Vivera	Plisse	Šikmé žaluzie
				

### 2.3.2 Typ výroby

Většina zakázek pro toto pracoviště je v rozsahu kusové nebo malosériové výroby, nejčastěji zakázky o velikosti 1 – 20 kusů v zakázce, výjimečně pak zakázky maximálně o velikosti do 100 kusů.

### 2.3.3 Pracovní proces

Odlišnost výrobků produkovaných na předmětném pracovišti (viz Tab. 6) je především v použitých profilech a ve velikosti a tvaru stínících lamel. Pracovní postup je pro všechny varianty velmi podobný, liší se jen v použitých komponentech a následném seřizování.

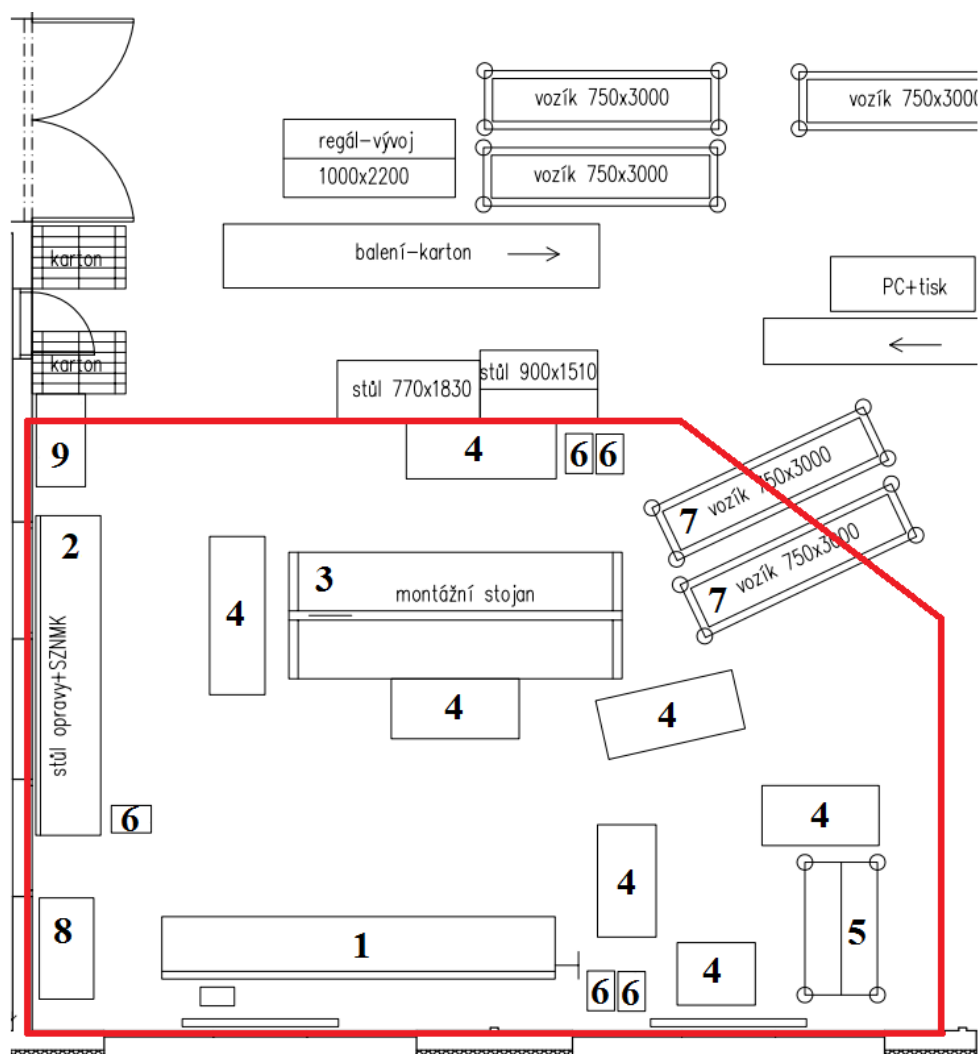
Samotný pracovní proces začíná přidělením zakázky pracovníkovi mistrem. Pracovník si vyhledá profily odpovídající požadovanému výrobku zakázky, které následně doveze na vedlejší pracoviště s pilou (společné pro celou halu), kde jsou profily nařezány na požadované rozměry. Už nařezané profily si pracovník dále přesune na pracoviště se stříhadly, kde si sám zhotoví díry pro kanálky. Takto upravené profily pracovník označí a postaví na venkovní rampu. Poté jiný pracovník s vysokozdvížným vozíkem připravené profily doveze na lakovnu, kde se nalakují na příslušnou barvu. Nalakované profily se s pomocí vysokozdvížného vozíku dopraví zpět na rampu střediska 600, kde si je původní pracovník vyzvedne a přesune na své pracoviště.

Na předmětném pracovišti už pracovníci mají všechny komponenty nutné pro zhotovení výrobku, včetně příslušně připravených hliníkových profilů. Dochází tady ke smontování všech komponent až do konečné podoby výrobku. U některých výrobků je potřeba k sobě přinýtovat profily, což se dělá na nýtovačce/vrtačce, která je umístěna na tomto pracovišti. Velká část výrobního procesu se odehrává na montážním stojanu. Tady se na ustavené žaluzie navlékají lamely. Stojan se také používá pro seřizování a kontrolování funkčnosti již hotových výrobků a pro opravy reklamovaných produktů. Nakonec je už seřízený produkt přesunut na vedlejší pracoviště, kde je zabalen a odeslán na expedici.



Obr. 14 Ustavení šikmé žaluzie na montážní stojan

### 2.3.4 Uspořádání pracoviště



Obr. 15 Stávající prostorové uspořádání řešeného pracoviště

Tab. 7 Popis stávajícího stavu pracoviště

Název	Pozice	Počet ks	Využití
Hlavní výrobní stůl	1	1	Hlavní výrobní činnost
Stůl pro opravy	2	1	Opravy reklamovaných výrobků
Montážní stojan	3	1	Seřizování, montování, opravy
Vedlejší stoly	4	7	Odkládání, hlavní výrobní činnost
Regál na profily	5	1	Odkládání nezpracovaných profilů
Osobní vozíky	6	5	Uložení náradí, odkládání osobních věcí
Vozíky	7	2	Přeprava profilů mezi pracovišti
Vrtačka/Nýtovačka	8	1	Vrtání, nýtování
Skříň	9	1	Uložení málo používaného náradí

Na pracovišti neexistuje jakákoliv návaznost mezi jednotlivými objekty – je zde volné uspořádání (viz kapitola 1.3).



### 2.3.5 Vybavení pracoviště

Pracoviště je vybaveno dvěma hlavními stoly (viz obr. 15, pozice 1, 2), které slouží pro hlavní výrobní činnost. Dále sedmi stoly (viz obr. 15, pozice 4) sloužícími pro odkládání nedokončených výrobků, nebo pro samotnou výrobu, pokud je hlavní stůl pro výrobu plně obsazen. Pro uložení nerozpracovaných profilů, dopravovaných z hlavního skladu, slouží regál (viz obr. 15, pozice 5). Dále je zde nýtovací stroj (viz obr. 15, pozice 8), pistole na vzduch s vysokým tlakem a stojan pro ustavení, smontování, seřizování, kontrolu hotových výrobků a opravy (viz obr. 15, pozice 3).

Každý pracovník má svůj pojízdný stolek, na kterém má všechny osobní věci, své přiřazené nářadí a vše potřebné k práci na tomto pracovišti. Všechny potřebné součástky a komponenty jsou uspořádány na již zmiňovaných hlavních pracovních stolech.

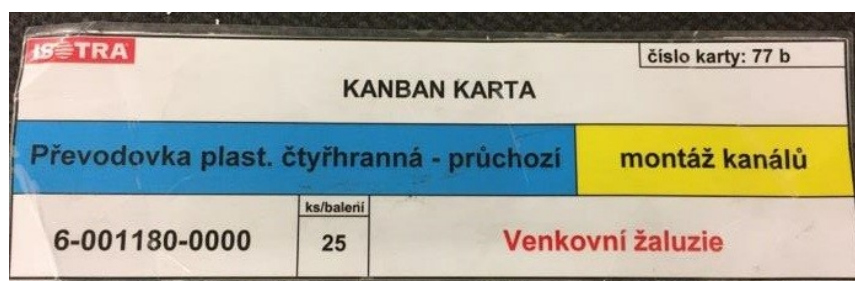


Obr. 16 Hlavní pracovní stůl



### 2.3.6 Materiálový tok

Veškeré materiály a komponenty potřebné pro výrobu se na celé hale řídí pomocí Kanban. Každá součástka/komponent má svou kartičku, pomocí které se kontroluje a řídí jejich stav. O správný průběh tohoto systému se starají skladníci tohoto střediska. V každé chvíli by nikde neměly chybět žádné součástky nebo materiály.



Obr. 17 Kanban karta

Největší materiálový tok nastává při manipulaci s profily, ať už mezi pilou a pracovištěm nebo mezi lakovnou a výrobní halou. Manipulace s profily je zobrazená na obrázku 13. Vzdálenost mezi pracovištěm a pilou je 18,1 m a mezi pracovištěm a stříhadlem 47,7 m.

Jakmile je profil zcela připraven na smontování s odpovídajícími komponenty již na pracovišti, nevzniká žádný výrazný pohyb materiálu. Pracovníci mají vše potřebné po ruce.

#### Výpočet manipulace s profily

Po dobu 5 pracovních dnů byli všichni čtyři pracovníci měřeni, kolikrát profily přenášeli z pracoviště k pile nebo ke stříhadlu a zpět, a kolik času jim to celkově zabralo.

Tab. 8 Data pohybu pracovníků s profily k pile

Den	Pracovník							
	1		2		3		4	
	$n_p$	$T_{pc}$ [s]	$n_p$	$T_{pc}$ [s]	$n_p$	$T_{pc}$ [s]	$n_p$	$T_{pc}$ [s]
1	3	135	0	0	1	42	2	86
2	2	84	2	79	3	140	0	0
3	1	41	2	80	2	82	0	0
4	1	45	1	39	0	0	3	132
5	3	139	2	84	3	136	2	80
$\Sigma$	10	444	7	282	9	400	7	298

Průměrný čas pohybu všech pracovníků k pile za jednu směnu  $T_{pp}$ :

$$T_{pp} = \frac{\sum T_{pc1} + \sum T_{pc2} + \sum T_{pc3} + \sum T_{pc4}}{i_d} = \frac{444+282+400+298}{5} = 285 \text{ s/směna} \quad (5)$$

Kde:  $T_{pc}$  – celkový čas pohybu pracovníka k pile a zpátky za určitý den

$i_d$  – počet měřených dnů

$n_p$  – počet, kolikrát pracovník šel k pile za určitý den

Tab. 9 Data pohybu pracovníků s profily ke stříhadlu

Den	Pracovník							
	1		2		3		4	
	$n_s$	$T_{sc} [s]$	$n_s$	$T_{sc} [s]$	$n_s$	$T_{sc} [s]$	$n_s$	$T_{sc} [s]$
1	3	295	1	90	1	95	2	192
2	2	179	2	190	1	87	0	0
3	1	88	2	205	2	186	2	200
4	1	94	1	101	0	0	3	275
5	2	193	2	196	3	288	1	89
$\Sigma$	9	849	8	782	7	656	8	756

Průměrný čas pohybu všech pracovníků ke stříhadlu za jednu směnu  $T_{sp}$ :

$$T_{sp} = \frac{\sum T_{sc1} + \sum T_{sc2} + \sum T_{sc3} + \sum T_{sc4}}{i_d} = \frac{849+782+656+756}{5} = 609 \text{ s/směna} \quad (6)$$

Kde:  $T_{sc}$  – celkový čas pohybu pracovníka ke stříhadlu a zpátky za určitý den

$i_d$  – počet měřených dnů

$n_s$  – počet, kolikrát pracovník šel ke stříhadlu za určitý den

Celkový průměrný čas pohybu všech pracovníků za jednu směnu  $T_{směna}$ :

$$T_{směna} = \frac{T_{pp}}{60} + \frac{T_{sp}}{60} = \frac{285}{60} + \frac{609}{60} = 14,9 \text{ min/směna} \quad (7)$$

Kde:  $T_{pp}$  – průměrný pohyb pracovníků k pile za jednu směnu

$T_{sp}$  – průměrný pohyb pracovníků ke stříhadlu za jednu směnu

Pro výpočet celkového času pohybu pracovníků za celý pracovní rok se nejdříve musí vypočítat efektivní časový fond pracovníka  $F_{DE}$ :

$$F_{DE} = F_K - A - B - C - D = 365 - 105 - 10 - 20 - 10 = 220 \text{ dnů/rok}$$

Kde:  $F_K$  – kalendářní časový fond  
 $A$  – počet sobot a nedělí v daném roce  
 $B$  – placené svátky v daném roce  
 $C$  – počet dnů placené dovolené  
 $D$  – průměrný počet dnů pracovní neschopnosti a překážek v práci

Efektivní časový fond pracovníka v hodinách  $F_{DEh}$ :

$$F_{DEh} = F_{DE} \times h = 220 \times 7,5 = 1650 \text{ h/rok}$$

Kde:  $F_{DE}$  – efektivní časový fond pracovníka [dny/rok]  
 $h$  – počet hodin za směnu [hod/den]

Průměrný čas pohybu všech pracovníků k pile za celý pracovní rok  $T_{pr}$ :

$$T_{pr} = \frac{F_{DE} \times T_{pp}}{3600} = \frac{220 \times 285}{3600} = 17,4 \text{ h/rok} \quad (8)$$

Průměrný čas pohybu všech pracovníků ke stříhadlu za celý pracovní rok  $T_{sr}$ :

$$T_{sr} = \frac{F_{DE} \times T_{sp}}{3600} = \frac{220 \times 609}{3600} = 37,2 \text{ h/rok} \quad (9)$$

Kde:  $F_{DE}$  – efektivní časový fond pracovníka  
 $T_{pp}$  – průměrný pohyb pracovníka k pile za jednu směnu  
 $T_{sp}$  – průměrný pohyb pracovníka ke stříhadlu za jednu směnu

Celkový průměrný čas pohybu všech pracovníků za celý pracovní rok  $T_{rok}$ :

$$T_{rok} = T_{pr} + T_{sr} = 17,4 + 37,2 = 54,6 \text{ h/rok} \quad (10)$$

Kde:  $T_{pr}$  – průměrný čas pohybu pracovníků k pile za celý pracovní rok  
 $T_{sr}$  – průměrný čas pohybu pracovníků ke stříhadlu za celý pracovní rok

### 2.3.7 Prostoje pracovníků

Prostoje na řešeném pracovišti vznikají především, když jeden pracovník čeká na dokončení práce jiného pracovníka na hlavním výrobním stole.

#### Výpočet prostoje pracovníků

Podobně jako u manipulace s materiálem byli pracovníci po dobu 5 dnů měřeni, kolik času ztratili vyčkáváním na dokončení práce jiného pracovníka.

Tab. 10 Časy prostoje pracovníků

Den	Pracovník			
	1	2	3	4
	T <sub>čc</sub> [min]	T <sub>čc</sub> [min]	T <sub>čc</sub> [min]	T <sub>čc</sub> [min]
1	16	7	10	12
2	0	6	8	9
3	14	4	19	5
4	3	9	0	0
5	11	12	8	7
Σ	44	38	45	33

Průměrný čas prostoje všech pracovníků za jednu směnu  $T_{čp}$ :

$$T_{čp} = \frac{\sum T_{čc1} + \sum T_{čc2} + \sum T_{čc3} + \sum T_{čc4}}{i_d} = \frac{44 + 38 + 45 + 33}{5} = 32 \text{ min/směna} \quad (11)$$

Kde:  $T_{čc}$  – celkový čas pracovníka strávený čekáním za určitý den  
 $i_d$  – počet měřených dnů

Průměrný čas prostoje všech pracovníků za celý pracovní rok  $T_{čr}$ :

$$T_{čr} = \frac{F_{DE} \times T_{čp}}{60} = \frac{220 \times 32}{60} = 117 \text{ h/rok} \quad (12)$$

Kde:  $F_{DE}$  – efektivní časový fond pracovníka  
 $T_{čp}$  – průměrný čas prostoje všech pracovníků za jednu směnu

### 3 Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů

Tato kapitola práce se zabývá nalezením největších chyb prostorového uspořádání řešeného pracoviště na základě analýzy v kapitole 2 a následným vymezením požadavků.

Stávající volné uspořádání nenabízí žádné výhody a nepodporuje efektivitu výroby.

V pracovním procesu žádné výrazné nedostatky nevznikají vůči samotnému uspořádání pracoviště. Jediné, co by se dalo vytknout, jsou **poměrně dlouhé cesty mezi pracovištěm a pilou nebo stříhadlem**.

Vybavení pracoviště je vcelku moderní. Využívání systému Kanban napomáhá ke kontrolování zásob jednotlivých součástek a jiných materiálů. Kde ovšem nastává problém, je **malý počet hlavních výrobních stolů**. Pracovník dělající opravy má pro sebe jeden celý hlavní pracovní stůl a ostatní čtyři pracovníci se musí dělit o jeden. Tady **vznikají prostoje**. Ideální by bylo, kdyby každý pracovník měl svůj vlastní pracovní stůl.

Dalším nedostatkem je **málo místa kolem montážního stojanu** (viz Obr. 15). Při manipulování a usazování větší žaluzie na stojan mohou vznikat problémy. Kolem montážního stojanu by bylo ideální mít alespoň 1 metr místa.

**Pracoviště** je primárně určeno **pro výrobu atypických žaluzií**, avšak dělají se zde i **opravy**. Změnou k lepšímu by bylo přesunout opravy do jiných prostorů haly. Získalo by se tím více místa pro samotnou výrobu.

#### 3.1 Specifikace požadavků

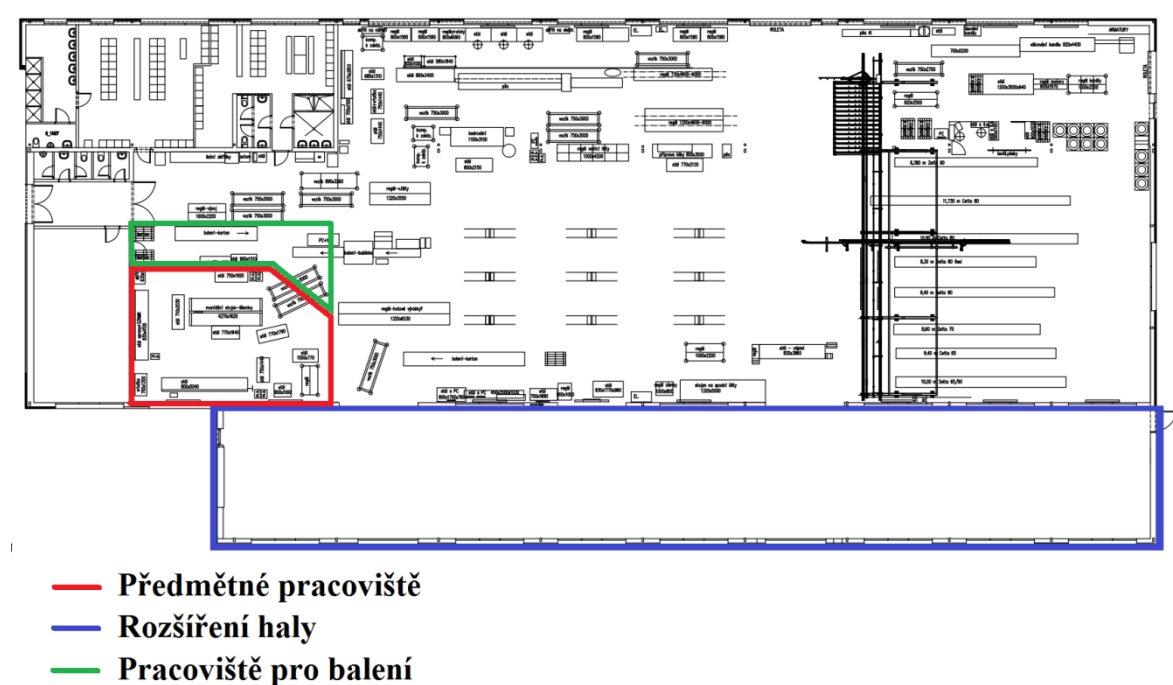
- Návrh nového prostorového uspořádání.
- Lepší umístění pily a stříhadla vůči řešenému pracovišti.
- Uspořádání a pořízení nových pracovních stolů.
- Vytvoření prostoru alespoň 1 metr kolem montážního stojanu.
- Přestěhování oprav do jiných prostorů v hale.

## 4 Návrh nového uspořádání pracoviště

V této kapitole se práce nejdříve zabývá vysvětlením důvodu změny uspořádání pracoviště a poté návrhem nového uspořádání pracoviště s cílem vyplnění požadavků stanovených v kapitole 3.

### 4.1 Rozšíření výrobního střediska 600

Na základě zvyšování poptávky a celkového růstu objemu výroby (viz Tab. 5) se vedení podniku rozhodlo pro rozšíření výrobní haly střediska 600 pro výrobu venkovní stínicí techniky.



Obr. 18 Velikost výrobní haly po rozšíření

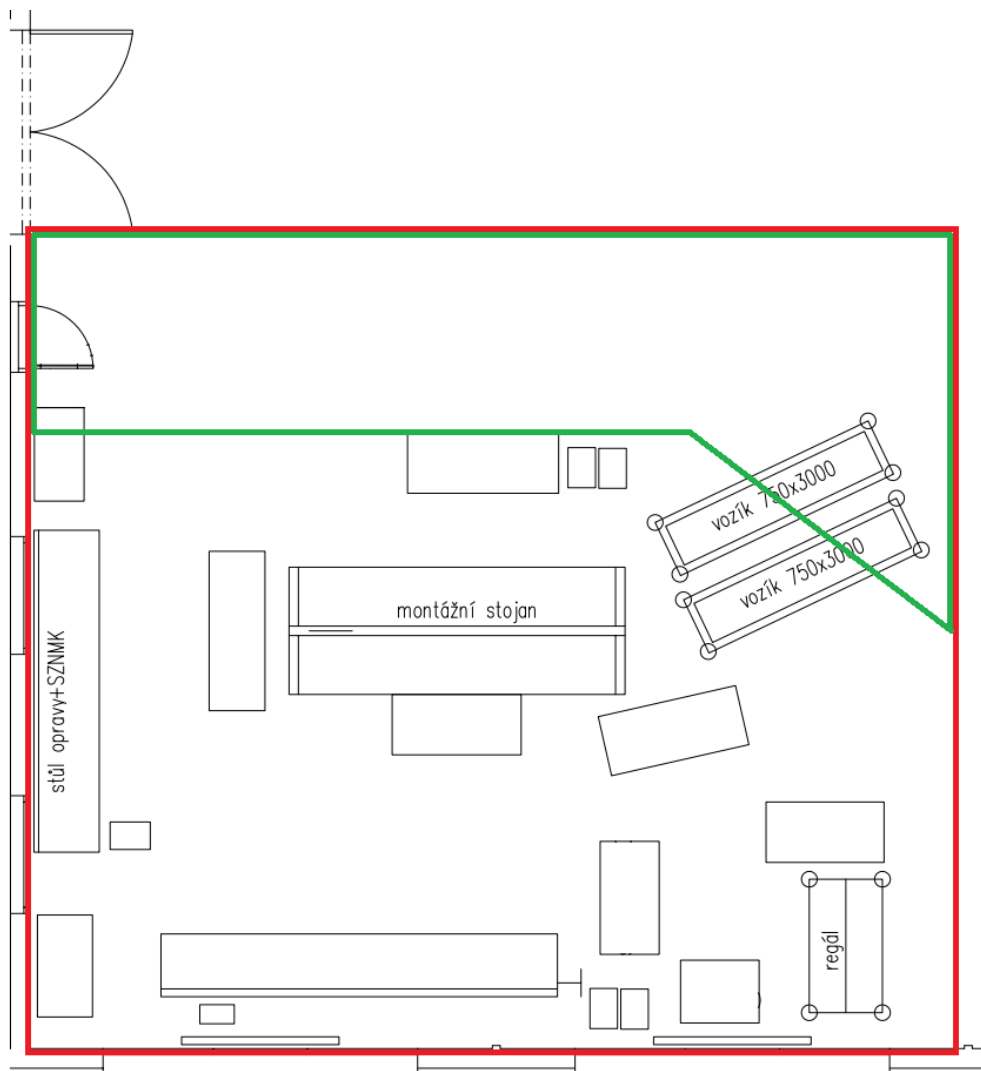
Rozšíření haly povede k mnoha změnám. Jednou ze změn bude přestěhování pracoviště pro balení (viz Obr. 18) do nových prostorů v hale, což povede ke zvětšení plochy předmětného pracoviště právě o plochu stěhovaného pracoviště.

Tab. 11 Plocha po rozšíření haly

Útvar	Před rozšířením		Po rozšíření	
	Rozměry	Plocha	Rozměry	Plocha
Středisko 600	60 x 22 m	1 320 m <sup>2</sup>	60 x 30 m	1 800 m <sup>2</sup>
Předmětné pracoviště	12 x 8 m	96 m <sup>2</sup>	12 x 10,5 m	126 m <sup>2</sup>

#### 4.1.1 Rozšíření předmětného pracoviště

Plocha pracoviště se zvětší o 30 m<sup>2</sup>, což je téměř třetina plochy pracoviště před rozšířením. Podíl plochy pracoviště pro výrobu atypické stínicí techniky na ploše celého střediska 600 bude po rozšíření stále 7%, stejně jako před touto změnou.

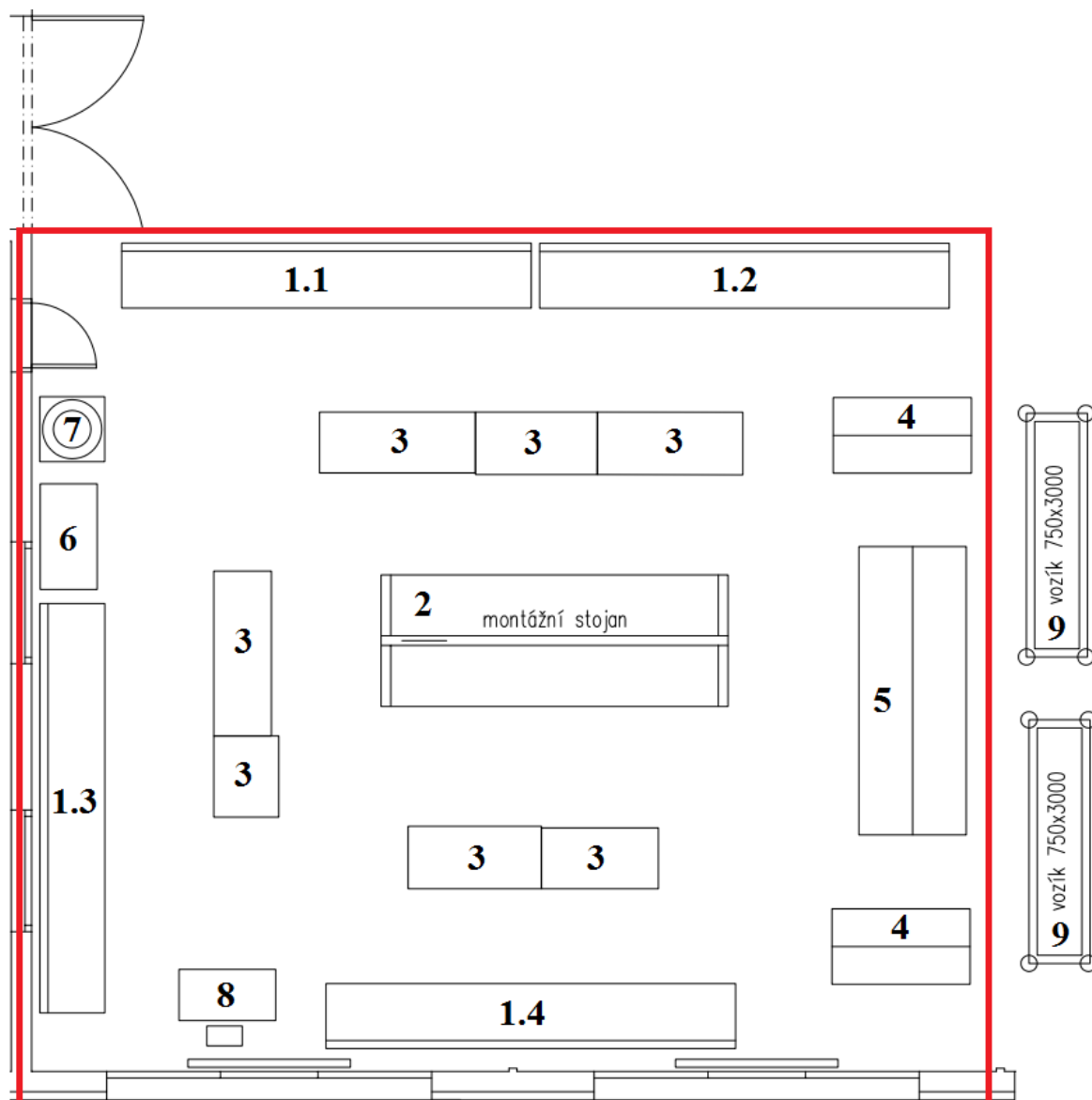


Obr. 19 Plocha pracoviště po rozšíření výrobní haly

#### 4.1.2 Přestěhování pracoviště oprav do jiných prostorů v hale

Díky zvětšenému prostoru ve výrobní hale se pracoviště oprav, po dohodě s vedením, mistrem a pracovníkem na opravách, přesune do jiných prostorů v hale. Tím předmětné pracoviště získá více místa na samotnou výrobu a na pracovišti budou působit jen pracovníci zabývající se výrobou.

## 4.2 Návrh nového prostorového uspořádání



Obr. 20 Návrh nového prostorového uspořádání

Tab. 12 Popis návrhu nového prostorového uspořádání

Název	Pozice	Počet ks	Využití
Hlavní výrobní stůl	1.x	4	Hlavní výrobní činnost
Montážní stojan	2	1	Seřizování, montování, opravy
Vedlejší stoly	3	7	Odkládání, hlavní výrobní činnost
Regál na profily	4	2	Odkládání nezpracovaných profilů
Regál univerzální	5	1	Odkládání hotových/rozpracovaných výrobků
Vrtačka/Nýtovačka	6	1	Vrtání, nýtování
Stříhadlo	7	1	Stříhání děr do profilů/lamel
Skříň	8	1	Uložení málo používaného náradí
Vozíky	9	2	Přeprava profilů mezi pracovišti



Cílem návrhu je uspořádat pracoviště do podoby modulárního uspořádání (viz kapitola 1.3). Každý hlavní výrobní stůl má za sebou minimálně 2 pomocné stoly a snadný přístup k montážnímu stojanu. Jsou zde tedy 4 podobné moduly. Modulární uspořádání se zde hodí především proto, že každý pracovník pracuje na všech druzích výrobků tohoto pracoviště – všichni pracovníci by měli mít stejný přístup ke všemu potřebnému výrobnímu nářadí. Výhodou navrhovaného uspořádání také je, že pracovníci mohou dělat všechnu práci jen na svém pracovním stole nebo montážním stojanu a nemusí sdílet stoly s jinými pracovníky, tím zmizí jakékoliv možné prostoje způsobené sdílením stejného vybavení pracoviště.

Návrh nového uspořádání vychází z prvků metody S.L.P. a metody souřadnic (viz kapitola 1.4). Jako centrální objekt byl zvolen montážní stojan, ke kterému jsou všechny hlavní výrobní stoly (objekty s největší vzájemnou návazností k centrálnímu objektu) uspořádané tak, aby od každého stolu k montážnímu stojanu byla přibližně stejná vzdálenost a stejně dobrý přístup. Dispoziční schéma pracoviště je uvedeno v příloze A.

V návrhu se pracuje pokud možno s původními stoly a ostatními pracovními předměty. Z původního vybavení bude vyřazeno 5 osobních vozíků (viz Obr. 15, pozice 6) a hlavní pracovní stůl na opravy (viz Obr. 15, pozice 2) bude nahrazen stolem novým.

#### **4.2.1 Umístění pily a stříhadla**

Pilu není možné přesunout blíže k předmětnému pracovišti, protože je zakotvená v zemi. Pořízení nové pily jen kvůli řešenému pracovišti není možné z důvodu nedostatku prostoru na ploše pracoviště. Problém s manipulací s profily mezi předmětným pracovištěm a pilou je vyřešen a popsán v kapitole 4.2.3.

Stříhadlo, využívané pracovníky řešeného pracoviště, je přesunuto na plochu pracoviště (viz obr. 20, pozice 7). Touto změnou pracoviště ročně ušetří v průměru 37,2 hodin (viz kapitola 2.3.6), které by pracovníci strávili manipulací s profily mezi pracovištěm a stříhadlem.

#### **4.2.2 Uspořádání a pořízení nových pracovních stolů**

Vystěhováním oprav zbyl na pracovišti jen jeden hlavní výrobní stůl. Aby každý pracovník měl svůj vlastní pracovní stůl, musí být pořízeny 3 nové stoly. Tyto stoly se budou vyrábět v jiných výrobních střediscích podniku ISOTRA a.s.

Všechny hlavní pracovní stoly jsou uspořádané tak, aby mezi nimi a montážním stojanem byla přibližně stejná vzdálenost. Všechny pracovní stoly budou stejně vybaveny, aby si pracovníci nemuseli vzájemně nic půjčovat. Každému pracovníkovi bude přidělen hlavní výrobní stůl - zmizí potřeba mít osobní vozík na nářadí, čímž se uvolní další místo na pracovišti. Všechny vedlejší stoly jsou uspořádané tak, aby všude kolem nich bylo alespoň 1 metr místa pro snadnou manipulaci s rozpracovanými výrobky.

#### **4.2.3 Odkládací regály**

Ve stávajícím uspořádání je pouze jeden regál sloužící pro uložení nezpracovaných profilů. V novém návrhu je přidán další regál, pro snadnější přístup pracovníkům pracujícím na stolech 1.1 a 1.2 (viz Obr. 20). Detaily tohoto regálu jsou v příloze B.

Univerzální regál (viz Obr. 20, pozice 5) je zcela nový konzolový regál. Jedna strana regálu bude sloužit pro odkládání hotových výrobků, které budou dále odebírat pracovníci z pracoviště na balení. Ve stávajícím uspořádání to nebylo třeba, protože pracoviště na balení bylo hned vedle pracoviště pro výrobu atypické stínící techniky. Druhá strana bude využívána na odkládání připravených profilů pro řezání na pile. S těmito profily budou mezi pracovištěm a pilou manipulovat skladníci, zajišťující správný chod systému Kanban na tomto výrobním středisku. Touto změnou se ročně ušetří v průměru 17,4 hodin (viz kapitola 2.3.6), které by pracovníci strávili manipulací s profily mezi pracovištěm a pilou. Detaily tohoto regálu jsou v příloze C.

#### **4.2.4 Náklady a realizace navrhovaného dispozičního řešení**

Realizace navrhovaného řešení by měla relativně snadná. Výroba třech nových výrobních stolů zabere 3 – 4 pracovní dny. Nákup a dovoz nových regálů bude trvat v rozmezí 3 – 21 pracovních dnů. Náklady na tyto stoly a regály jsou v tabulce 13.

Umístění jednotlivých objektů podle nového návrhu by se mělo stihnout zrealizovat za jednu směnu právě díky tomu, že většina stolů ze stávajícího prostorového uspořádání na pracovišti zůstane s výjimkou hlavního pracovního stolu na opravy a nově pořízených regálů a hlavních pracovních stolů. Tuto realizaci zvládnou sami pracovníci působící na tomto pracovišti. Doporučuje se regály a hlavní výrobní stoly vyrobit/nakoupit dopředu tak, aby všechno bylo v den realizace připraveno.

Tab. 13 Náklady navrhovaného řešení

Položka	Počet ks	Celkové náklady (Kč)
Hlavní výrobní stůl	3	84 750
Regál na profily	1	10 102 [13]
Regál univerzální	1	15 797 [13]
$\Sigma$	-	<b>110 649</b>

Náklady na hlavní výrobní stůl byly stanoveny ve výši 28 250 Kč/ks podle cenové nabídky osloveného dodavatele podniku ISOTRA a.s.

#### 4.2.5 Finanční přínosy navrženého řešení

Při výpočtu je uvažováno se mzdovými náklady ve výši 200 Kč na hodinu práce. Celková výše úspor nákladů vyplývajících z navrhovaného řešení je uvedena v Tab. 14. Pokud uspořený čas bude věnován výrobě nových produktů, je zřejmé, že vypočtená hodnota návratnosti bude ještě kratší.

Tab. 14 Ušetřené náklady navrhovaného řešení

Odstraněné nedostatky	Čas (h/rok)	Ušetřené náklady (Kč/rok)
Zbytečné pohyby – stříhadlo	37,2	7 440
Zbytečné pohyby – pila	17,4	3 480
Prostoje	117,0	23 400
$\Sigma$	<b>171,6</b>	<b>34 320</b>

$$\text{Návratnost vložené investice} = \frac{\text{Celkové náklady}}{\text{Ušetřené náklady}} \quad (13)$$

$$\text{Návratnost vložené investice} = \frac{110\,649}{34\,320} = 3,22 \text{ roku}$$

## 5 Celkové zhodnocení přínosu práce

Cílem bakalářské práce bylo navržení nového prostorového uspořádání pracoviště pro výrobu atypické stínicí techniky ve výrobním středisku podniku ISOTRA a.s. Na základě analýzy pracoviště byly odhaleny nedostatky, které se snaží návrh nového prostorového uspořádání odstranit.

Největším nedostatkem je samotné uspořádání pracoviště. Využívá se zde volného uspořádání, které není ničím přínosné. Pro navrhované nové uspořádání pracoviště bylo zvoleno modulární uspořádání. Toto uspořádání zajistí, aby všichni 4 pracovníci měli svůj vlastní pracovní „modul“ ve kterém se budou pohybovat. Tím se vytratí veškeré prostoje, které vznikají čekáním pracovníků na dokončení práce jiných pracovníků na hlavním výrobním stole (každý pracovník bude mít svůj vlastní stůl). Ročně se tak průměrně ušetří na všechny pracovníky 117 hodin. Nové uspořádání bude mít také kladný dopad na orientaci na pracovišti a celkovou produktivitu pracoviště.

Dalším problémem jsou dlouhé cesty při manipulaci mezi pracovištěm a stříhadlem nebo pilou. Stříhadlo bude dle nového návrhu umístěno na pracoviště. Manipulaci mezi pilou a pracovištěm v návrhu řeší skladníci zabývající se systémem Kanban. Tyto změny ročně ušetří v průměru 54,6 hodin na všechny pracovníky.

## **Závěr**

Bakalářská práce se zabývala analýzou a návrhem nového prostorového uspořádání pracoviště ve výrobním středisku podniku ISOTRA a.s. Na základě analýzy současného stavu střediska a pracoviště byly vytyčeny nedostatky a problémy, ze kterých vyplynuly požadavky na návrh nového dispozičního řešení.

Nové prostorové uspořádání bylo navrženo do podoby modulárního uspořádání za pomoci využití prvků metod souřadnic a S.L.P. Navrhované modulární uspořádání ušetří pracovníkům ztráty, ke kterým dochází na stávajícím layoutu, ale také zlepší přehlednost a manipulaci s materiálem.

Na problematiku této bakalářské práce bylo nahlíženo především z pohledu dispozičního řešení, na vlastní výrobní proces nebyl kladen příliš velký důraz.

Při vypracovávání bakalářské práce jsem čerpal ze znalostí získaných studiem, z použité literatury, ale také ze zkušeností nabraných několikaletou praxí v samotném podniku ISOTRA a.s.

## Seznam použité literatury

- [1] KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada, 2002, ISBN 80-247-0199-5.
- [2] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. v Praze: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [3] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000, ISBN 8071699551.
- [4] ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK. *Výrobní a obchodní logistika*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, ISBN 978-80-7318-730-9.
- [5] HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 2001. ISBN 8086175154.
- [6] MILO, Peter. *Technologické projektovanie v praxi*. 2. doplnené vydanie. Bratislava: Alfa, 1990. 400 s. ISBN 80-05-00103-7.
- [7] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I*. Vydání třetí. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
- [8] RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. Brno : VUT – FSI, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
- [9] Sankey Diagrams. *Sankey Diagrams* [online]. [vid. 2016-11-29]. Dostupné z: <http://www.sankey-diagrams.com/swiss-biomass-sankey-diagrams>
- [10] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení - cvičení II*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2006. 80-248-0962-1.
- [11] O nás. *ISOTRA* [online]. Opava: ISOTRA. © 2015 – 2017.[vid. 2017-03-01]. Dostupné z: [https://www.isotra.cz/o-nas#photo\[233\]/0/](https://www.isotra.cz/o-nas#photo[233]/0/)
- [12] Sbírka listin ISOTRA a.s. *Veřejný rejstřík a Sbírka listin* [online]. [vid. 2017-04-06]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=240681>
- [13] Konzolové regály. *KANCELARSKA-ZIDLE.CZ* [online]. [vid. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://www.kancelarska-zidle.cz/konzolove-regaly/>
- [14] MUTHER, Richard. *Systematické projektování (S.L.P.)*. 2., nezm. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1972.

## Seznam obrázků a grafů

Obr. 1 Schéma výrobního systému .....	11
Obr. 2 Schéma volného uspořádání .....	14
Obr. 3 Schéma technologického uspořádání .....	14
Obr. 4 Schéma předmětného uspořádání .....	15
Obr. 5 Schéma modulárního uspořádání .....	16
Obr. 6 Schéma buňkového a hnízdového uspořádání.....	17
Obr. 7 Šachovnicová tabulka .....	18
Obr. 8 Metoda souřadnic .....	19
Obr. 9 Sankeyův diagram. ....	20
Obr. 10 Logo podniku ISOTRA a.s. ....	23
Obr. 11 Organizační struktura podniku ISOTRA a.s. ....	24
Obr. 12 Středisko pro výrobu venkovní stínící techniky v podniku ISOTRA a.s. ....	25
Obr. 13 Stávající layout výrobní haly v podniku ISOTRA a.s. ....	28
Obr. 14 Ustavení šikmé žaluzie na montážní stojan.....	30
Obr. 15 Stávající prostorové uspořádání řešeného pracoviště.....	31
Obr. 16 Hlavní pracovní stůl .....	32
Obr. 17 Kanban karta.....	33
Obr. 18 Velikost výrobní haly po rozšíření .....	38
Obr. 19 Plocha pracoviště po rozšíření výrobní haly .....	39
Obr. 20 Návrh nového prostorového uspořádání.....	40
Grafy	
Graf 1 Rozložení výroby v měsících .....	26
Graf 2 Porovnání objemu výroby v letech 2015 – 2017.....	27

## Seznam tabulek

Tab. 1 Typy výroby .....	13
Tab. 2 Ukázka výrobků podniku ISOTRA a.s.....	24
Tab. 3 Podíl na obratu v roce 2015 .....	25
Tab. 4 Rozměry haly a pracoviště .....	25
Tab. 5 Počet vyrobených kusů.....	26
Tab. 6 Výrobky řešeného pracoviště .....	29
Tab. 7 Popis stávajícího stavu pracoviště .....	31
Tab. 8 Data pohybu pracovníků s profily k pile .....	33
Tab. 9 Data pohybu pracovníků s profily ke stříhadlu .....	34
Tab. 10 Časy prostojů pracovníků .....	36
Tab. 11 Plocha po rozšíření haly .....	38
Tab. 12 Popis návrhu nového prostorového uspořádání.....	40
Tab. 13 Náklady navrhovaného řešení .....	43
Tab. 14 Ušetřené náklady navrhovaného řešení .....	43

## Seznam příloh

Příloha A – Navrhované dispoziční schéma řešeného pracoviště

Příloha B – Konzolový regál na nezpracované profily

Příloha C – Univerzální konzolový regál na rozpracované výrobky



## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D. za odborné vedení, poskytnuté rady a připomínky při zpracovávání bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě ISOTRA a.s. za umožnění zpracování práce a za poskytnutí všech potřebných informací k vypracování bakalářské práce.